

闪闪发光的金属

丁 中 原



福建教育出版社

闪闪发光的金属

丁 中 原

福建教育出版社

闪闪发光的金属

丁中原

*

福建教育出版社出版
福建省新华书店发行
古田县印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 5印张 100千字
1985年7月第一版 1985年7月第一次印刷
印数：1——2,700
书号：7159·994 定价：0.80元

前 言

世界上形形色色的物质有几百万种以上。但构成这些物质的元素，到目前为止已经发现的仅107种。这当中，金属元素占85种。

金属的重要性，不仅是种类多，更主要的在于它对人类社会和文明的发展所作出的贡献。

让我们回顾一下历史，原始社会初期，人类只会利用自然界的石头制作粗糙的工具，猎取野兽，采集可食植物的根茎。在人类发展史上，这一时期称为“石器时代”。大约在四千多年以前，我们的祖先开始冶炼铜，并用它来制作武器和生产工具。从此结束了人类历史上漫长的石器时代，进入一个新的发展阶段——青铜时代。春秋末期，由于铁器的出现，人类社会又迈进一个较高阶段——铁器时代。铁器代表一种新的生产力，它有力地推动了历史发展，促使奴隶社会崩溃，封建社会兴起。近百年来，人类对金属的开发和利用有了长足的进步。今天，冶金工业所生产的金属种类已突破七十大关，从小小的银针到绵延千里的铁路，从潜伏万丈深渊的舰艇到遨游太空的人造卫星、宇宙飞船，从日常用的锅、铲、刀、剪到高精尖的现代化机器，样样是金属的杰作。当然，人类对金属的认识还远远没有到达尽头，有关金属的一些内在规律还没有为人类所掌握，在冶炼和生产上还存在着

一系列亟待解决的问题。然而，我们可以满怀信心地认为，今天无法突破的界限，明天一定会有办法超越它。展现在我们眼前的，将是一个更加光辉灿烂的金属世界。

为了帮助读者对金属世界有个概略的了解，这本小册子着重介绍：人们怎样认识这些金属的，这些金属派什么用场，以及它们开发和应用的前景等几方面，供中学生课外阅读。

限于作者的水平，书中缺点和错误在所难免，望读者给予批评和指正。

1984年8月

目 录

金属概观.....	(1)
金属与非金属 金光灿灿 巧夺天工 电和热的良导体 金属键 轻金属和重金属 高与低、软与硬 黑色金属和有色金属 稀有金属 金属间的协作	
二、 现代材料工业的主宰.....	(22)
钢铁时代 铁碳合金 形形色色的钢 合金钢 特殊性能钢 与锈蚀作斗争	
三、 年轻的金属.....	(39)
最富有的金属 以铝代铜 钢铁的竞争者 铝热剂 铝的氧化膜	
四、 古老的金属.....	(49)
从铜器时代谈起 古老青铜焕发青春 铜和锌的合金 银白色的铜	
五、 大有希望的金属.....	(57)
丰产的稀有金属 空间技术的尖兵 与白金相媲美 不断开拓中的应用领域	
六、 有色轻金属.....	(65)
两性金属 比钠更活泼 轻合金中的佼佼者	
七、 有色重金属.....	(74)
五金之一 炼丹术士眼中的“铅” 从黄铜到白铁皮 金属的最佳溶剂	
八、 贵金属.....	(88)

金属之王 皎洁的银 比金银价更高

九、 稀有轻金属..... (101)

比木头还轻 最软的金属 尖端金属

十、 稀散金属..... (111)

稀散金属藏在哪儿 驰骋在半导体舞台上 后起之秀 铟和铊

十一、 稀有高熔点金属..... (120)

耐高温冠军 金属中的英雄汉 宝石放异彩

十二、 稀土金属..... (133)

重新发现的元素 耀眼的光辉 高超的催化技术 冶金工业的维

生素 稀土工业方兴未艾

十三、 稀有放射性金属..... (146)

一、金属概观

金属与非金属

化学上，把元素分成两大类：一类叫金属元素，如金(Au)、银(Ag)、铜(Cu)、铁(Fe)、锡(Sn)等等。另一类叫非金属元素，如碳(C)、氮(N)、氧(O)、硫(S)、氯(Cl)等等。到目前为止，人们在自然界发现的，再加上人工合成的化学元素总共 107 种。这当中，22种为非金属元素，余下的85种都是金属元素。

我们把元素在自然界单独存在的形式称为单质。不难理解，单质也只有金属和非金属两大类。金属单质区别于非金属单质的最显著特征是什么呢？

1. 金属有着耀眼的金属光泽，在光的照耀下闪闪发光；
2. 金属有良好的延性和展性，拉了之后能成细丝，锤打过后变成薄片；
3. 金属有较好的传热导电的能力。

根据这些表现的比较显眼的特征，我们可以把金属和非金属大体区分出来。

“金属”这个名称是怎么来的呢？那得追溯金属的发现史。在一切金属中，金是第一个为人类认识的金属。历史学家告诉我们，大约在一万年前，人类就在大自然找到了黄金。当然，这是不足为奇的，因为绝大多数金属都被大自然巧妙

地隐藏着，它们和其它元素化合在一起生成形形色色的化合物，改变了自己的面貌，隐蔽了自己的特色，使人们难以识别它们。仅仅是为数不多的几种金属，如金、铂、银等有单独存在。金子在地球表层的存在量固然很小，但它那黄橙橙的、永远闪烁着的特有的金光，却招引人们注目，因而它首先被人类认识。

以后，人们又陆陆续续地发现了洁白而有光辉的银，有着紫红色光泽的铜，以及从天空降落下来的陨铁等。人们看看这些东西的外观，比比它们的性质，都与金子十分相似。因此，就把它们归并在一起，称为金属。

中国古人说，金者五色，即黄金、白银、赤铜、青铅、黑铁。这里“金者”的意思，就是泛指金属而言。

金光灿灿

金属外观上最显露的特征，是它特有的“金属光泽”。我们可以看到新制的金属制品总是灿灿发光的。不过，金属特有的耀炫光泽，只有在成块状时才会明显地表露出来。倘若把块状的金属研成粉末，那么，绝大多数金属都将黯然失色，丧失它原有的金属光泽，变成暗灰色或黑色。

当然，也会有少数几种金属例外，如铝(Al)、镁(Mg)等。它们在粉末状时，仍然保持着显眼的金属光泽。平常，人们广泛应用的洁白而光亮的“银粉”，实际上是一种冒牌货，它不是真正的银粉，而是铝粉。

巧夺天工

大家往往喜欢用“薄于蝉翼”、“细如发丝”来形容和修饰那些细薄精巧的物品。的确，蝉翼是薄的。据生物学家研究，蝉翼最薄的地方厚度只有 $2.5 \sim 3 \times 10^{-6}$ 米，因而透明可鉴。发丝是细的，它的直径也只有 $5 \sim 12.5 \times 10^{-5}$ 米左右。

试问，它们是当今世界上最薄最细的东西吗？不，在今天的技术条件下，许多金属经特殊加工制成的金属薄片，比蝉翼更薄。经拉伸而成的金属细丝，远比发丝更细。举例来说吧，在现代技术条件下，能锤成的最薄的金箔，厚度是 8.3×10^{-8} 米。换言之，比蝉翼最薄之处还要薄上两个数量级。如此精湛的工艺，使在大自然狂鸣的秋蝉为之哑然。

同样，用金拉成丝的细度也创造了奇迹。人们已能将金丝的直径拉细到 1.6×10^{-6} 米，是发丝细度的 $\frac{1}{40} \sim \frac{1}{80}$ ，这是有史以来金属丝细度的最高纪录。这样巧夺天工的技艺，纵然你有明察秋毫的眼力，也难以寻觅漂荡于空中的纤纤细流。

工艺上，把金属能够锤打成薄片的性质，叫展性；可以拉成细丝的性质，叫延性。一般地说，凡是展性好的金属，延性也是好的。不过，有时两者也不完全一致。

展性和延性的综合，概括地称为可塑性。可塑性是金属材料机械性能的一个重要指标，它影响着零件的加工方法。所以，了解金属的可塑性是很有意义的。

顺 序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
展 性	金	银	铜	铝	锡	铂	铅	锌	铁	镍
延 性	金	银	铂	铁	镍	铜	铝	锌	锡	铅

表 1—1 常见金属的展性和延性顺序

总的来说，金属的可塑性比非金属要大得多。但也有少数几种金属如锑(Sb)、铋(Bi)等，可塑性比较小，经不起锤打和压拉。它们在这一点上有点象非金属，显出极大的脆性，可以一敲即碎。

电和热的良导体

从日常生活中，我们知道金属能够输送电流，这种性质叫导电性。从总体上讲，金属是电的良导体。不过，不同的金属，导电能力还是各有千秋的。导电性能最佳的是银，其次是铜，金和铝又次之。只是因为银是贵金属，资源稀少、价格高昂，所以很少用它来制作导电材料。因而，铜和铝就成了电器工业的主力，成为制造电缆、电线和其他电气设备的基本材料。有了这样一些导电性能卓著的金属，才使电的应用得以普及，在每个部门和各个角落大显身手。

为了比较金属之间导电能力的大小，科学上定出一个标准：把金属汞的导电能力定为 1，其余金属的导电能力就以此作标准，用一个相对的数值来衡量。图 1-1 所示的是一些金属的导电性相对大小。

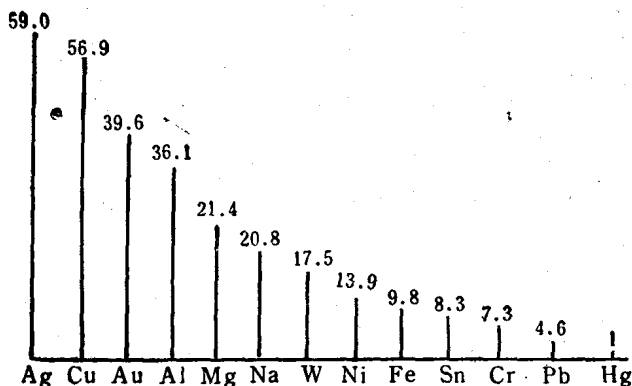


图 1—1 金属的导电性

不难看出，金属导电能力之间的差距是相当悬殊的。选用导电性能好的金属做导线来输送电流，可以减少线路上电量的损耗，节省电力，减少能源浪费。

事实上，电器工业上应用的金属材料不是千篇一律地都要求用导电性能卓著的金属。有时它们也需要用到一些导电性能差的金属材料来制作电热元件的零件，此时列选的应是那些高电阻的金属，比如镍、铬等。

除了金属能导电外，电解质溶液也能导电。因此把导体分为两类：金属以及和金属类似的导体（如石墨）称第一类导体，电解质溶液称第二类导体。在金属导体中，电子是独立存在的，可以自由移动；在电解质溶液中，电子受阴离子束缚被牢牢地禁锢着，它只能与离子一起移动。这说明金属导电要比电解质溶液导电优越得多。

导热性和导电性是一致的。导电性好的金属，导热性也好。导热性好，传热就快，所以铜、铝等金属，以及由它们

为主要成分所熔成的合金，常用来制作加热器和烹调用具。使用这些金属器皿，不仅可以节约燃料，还可以节省时间。传热快，也意味着热量容易散失。在日常生活里，我们会有这样的经验：在严寒的冬天，用手去握木棒，并不感到怎么冷。可是，如果握的是铜棒或铁棒，情况就截然不同，觉得是寒冷刺骨。原因就在于你手中的热量迅速地被铜棒偷偷地传送掉了。根据这个道理，传热好的金属也常用来制造散热器和热交换器等工业设备。

金属键

上面我们简略地介绍了金属的一些共同特征。读者也许会问，为什么金属都有耀眼的光泽呢？又为什么有良好的可塑性呢？是什么原因使它成为电和热的良导体呢？

对于化学的研究，我们必须尊重这样一个事实：物质的性质是物质内部结构的反映。金属所以具有这样一些共同的特性，只能从金属内部的结构中寻找依据。

用X射线进行的研究发现，一切金属都是由微小的晶体组成的。在晶体里，原子按照一定的方式有规律地排列着。并以自己固定的位置为中心，在空间不停地作不规则的振动。众所周知，金属原子的最外层电子数比较少，容易失去它最外层上的电子。因而，在金属晶体内部就出现这样一种现象：一些金属原子失去其外层电子变成阳离子。在短暂时间里，这些脱落下来的电子，因受原子核的约束较少，得到了一定程度的自由，可以在金属内部不规则地自由移动。人

们把这些脱离下来的电子称为“自由电子”。这种自由电子在金属内部形成了所谓“电子气”，它起到把许多原子（或离子）粘合在一起的作用。这样形成的一种特殊的化学键叫“金属键”。因此，我们可以这样认为：金属晶体是由中性的原子、带正电荷的阳离子和自由电子三者构成的。在金属晶体内部，中性原子、阳离子、自由电子三者也不是凝固的、一成不变的，而是处于不停的变换之中。电子不时地离开原子，电子又与阳离子相结合。

也有人认为，金属键好象是金属原子或离子沉浸在自由电子的海洋中形成的。如果我们把这种说法形象化起来，那可以用图 1-2 的图式来表示金属的晶体结构。

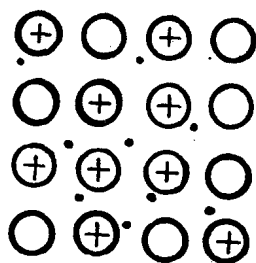


图 1-2 金属的晶体结构

认识了金属结构之后，上面提出的几个难解之谜，也可因之迎刃而解。

大家知道，自然界里各种物体五光十色的色彩，都是由太阳光给打扮的。金属的光泽，也毫无例外地来自太阳的光辉。金属晶体中的自由电子能够吸收照射到自己身上的可见光，处于被激发状态。当它们跳回时，又把吸收的光大部分重新发射出来，因而看起来整块的金属都带有银色的光泽。也由于所有的可见光都被自由电子挡住，因此金属是不透明的。通常，金属特有的金属光泽只有在成块时才会显现出来。研成粉末后，金属表面无限增多，光线经过多次反射之

后被吸收掉了，所以呈黑色。

金属的导电性也同自由电子密切相关。因为金属晶体里存在着自由电子，如果我们在金属两端加上一个微小的电势差，那么自由电子立即向一个方向运动，形成电流。在金属晶体内部，原子和离子都不是静止的，而是在一定的范围内振动着。这种无规则的振动，意味着给自由电子运动的通路设置障碍，使它不能畅通无阻。而且，带正电荷的阳离子，还会对自由电子产生静电吸引力，更增添了自由电子运动的困难。这就造成金属导体特有的电阻。温度升高，原子和离子的动能增加，微粒热运动迅速加快，振幅增大，从而加大了对自由电子运动的阻力，使金属的导电能力下降。

不同的金属，导电能力各有千秋。其根源就在于：不同的金属内部，自由电子的数目不同。或者说，自由电子的浓度有大小。

传热性也是自由电子运动的结果。人们都有这样的知识，热总是由温度较高的物体传递给温度较低的物体。宛如水总是往低处流一样。当金属一端受热时，使得原子、离子和自由电子的能量增加。通过自由电子的运动，很快地将增加的能量传递给附近的原子和离子，最后传遍整块金属。

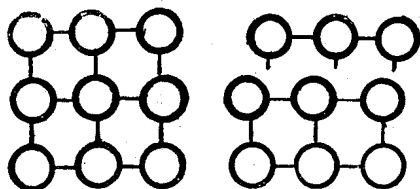
至于金属的优良可塑性，也不难从它特有的结构中找到依据。圆球形的金属原子（或离子）在组成金属晶体时，是一个挨一个紧紧地、分层地垒起来的，好比是我们用经过精选得到的大小一致的鹅卵石所组成的墙。当它受到外力作用，某一处的金属键遭到破坏，各层的原子（或离子）发生相对滑动，但是电子的交换还是继续不断地进行，它又在另

一处形成新的金属键。换言之，当金属原子（或离子）发生相对滑动时，电子可以随波逐流一起跟随过去，以保持维系金属晶体的力不被破坏，因而晶体不至于破碎。所以，金属有着良好的加工性能。

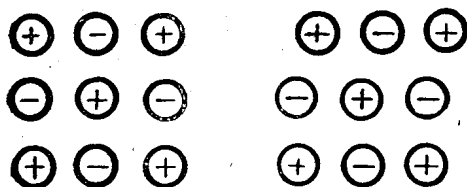
至于其他几种晶体，情况就截然不同。在原子晶体中各层相对滑动时，由于共价键受到破坏，层与层之间借以维系的力因之丧失。毫无疑问，晶体必然因之破裂。

在离子晶体中各层相对滑动时，产生同种带相同电荷离子间的相互斥力，因而破坏了晶体结构。

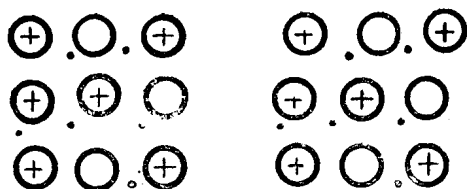
这里，不妨借一形象的图解，通过几种不同晶体受外力作用产生变形的情况，说明金属富有延展性的道理。



原子晶体
(易碎)



离子晶体
(易碎)



金属晶体
(可延展)

图 1—3 各种晶体受外力作用发生相对滑动示意图

轻金属和重金属

形形色色的金属，因为有共同的结构，使之具备了共同的性质。人们习惯地把这些共同的性质称为“金属通性”。事实上，客观事物是复杂的，影响物质性质的因素多种多样。尽管各种金属的结构基本相同，但在组成金属晶体的基本单位——晶胞中，不同的金属，原子的重量不等，核电荷和外层电子数多少有别，原子的排列方式又各具特色。凡此种种，都影响着金属的性质。因此，共性之中又孕育着差异的因素。尤其是那些受上述因素支配的性质，诸如金属的比重、熔沸点、硬度之间差异性表现尤为突出。

比重是指一个物体的重量与同体积水重量之比。但习惯上对比重的一种讲法，是指单位体积的重量。在这当中，金属之间的差距是甚为悬殊的。最轻的金属锂，比重为0.53，约是同体积水重量的一半，可以在煤油上面飘浮。最重的金属是锇，比重22.58，几乎是同体积锂重量的43倍。一只手提一块普通砖块，那是轻而易举的，如果是一块特制的锇